

Studi Simulasi Strategi Penjadwalan *Twin-Automatic Stacking Crane* pada Penataan Peti Kemas di Terminal Teluk Lamong

Pembimbing: Dr.Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, CSCP
ko-Pembimbing: Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D



Lia Yanti Siregar
2511 100 136

Outline

Pendahuluan

Tinjauan
Pustaka

Metodologi
Penelitian

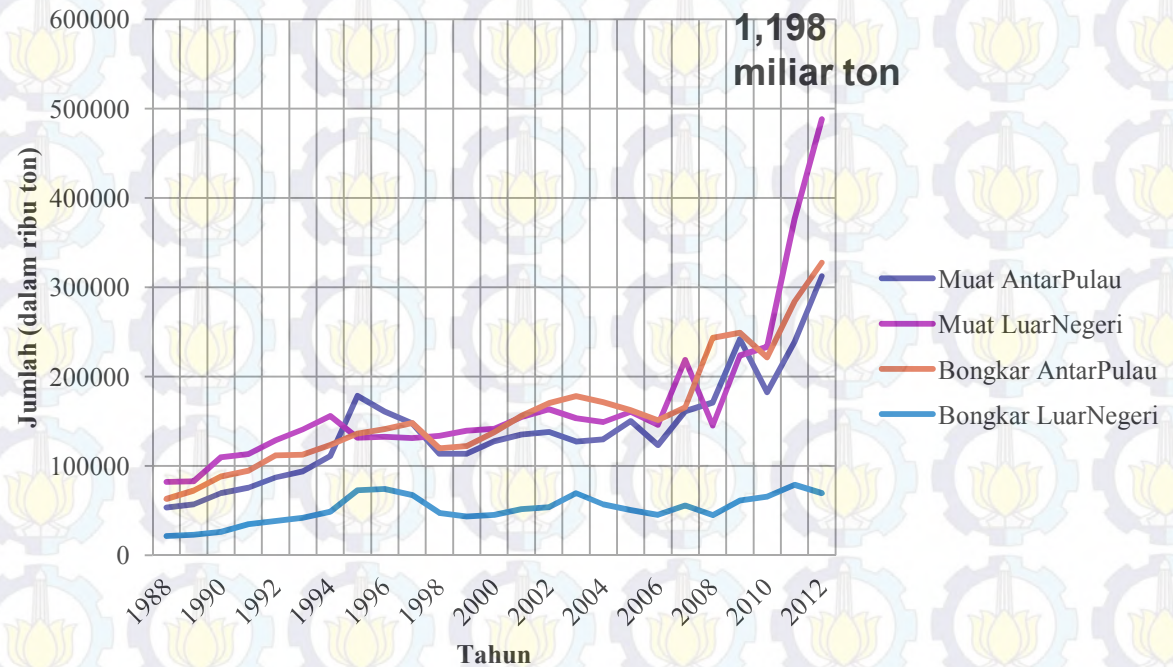
Pengumpulan
dan
Pengolahan
Data

Percobaan
Numerik dan
Analisis Hasil

Kesimpulan
dan Saran

Latar Belakang

Perdagangan dengan **peti kemas** meningkat sebesar **9,8%** per tahun dan diprediksi akan meningkat **2x lipat** pada **2016**
(Sauri & Martin, 2011)



Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia, 2014

Waktu sandar kapal
(Berthing time)



Total throughput dermaga



Kinerja Terminal Peti Kemas

Latar Belakang

“ **Stacking Yard / Container Yard (CY)** adalah tempat peti kemas ditumpuk sebelum dikirim ke kapal/truk. CY menjadi **faktor krusial** untuk meningkatkan **kinerja** Terminal Peti Kemas ”

Loading

Unloading

Receiving

Delivering

**Stacking
Crane**

Latar Belakang

- **SC** sering kali mengalami ***bottleneck*** dalam **proses penanganan** peti kemas
- **Penggunaan dua SC** dapat menjadi alternatif solusi dalam mengatasi hal tersebut (Man, 2013)
- Diperlukan **strategi penjadwalan dua SC** yang tepat.
- **Kerja sama yang baik** antarkedua SC dapat **meminimalkan waktu proses** yang dibutuhkan untuk menangani suatu peti kemas

Terminal Teluk Lamong



**Twin-Automatic
Stacking Crane**

1 blok = 39×9
 $\times 5 = 1775$
TEUs

**Kapasitas
maksimum tahun
2030 = 4,6 juta
TEUs**

**Strategi Penjadwalan
SC yang tepat dapat
meminimalkan waktu
proses dan
meningkatkan utilitas
SC.**

Perumusan Masalah

“Bagaimana mengevaluasi strategi penjadwalan ASC untuk memindahkan setiap peti kemas dengan menggunakan simulasi kejadian diskrit“

Tujuan dan Manfaat

Tujuan

- Melakukan evaluasi metode penjadwalan ASC melalui studi simulasi diskrit.
- Menentukan strategi penjadwalan peti kemas yang dapat menyeimbangkan utilitas ASC dan meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk memproses peti kemas.

Manfaat

Rekomendasi dalam **penjadwalan dan letak buffer area** kedepannya untuk dapat menyeimbangkan utilitas kedua ASC di Terminal Teluk Lamong

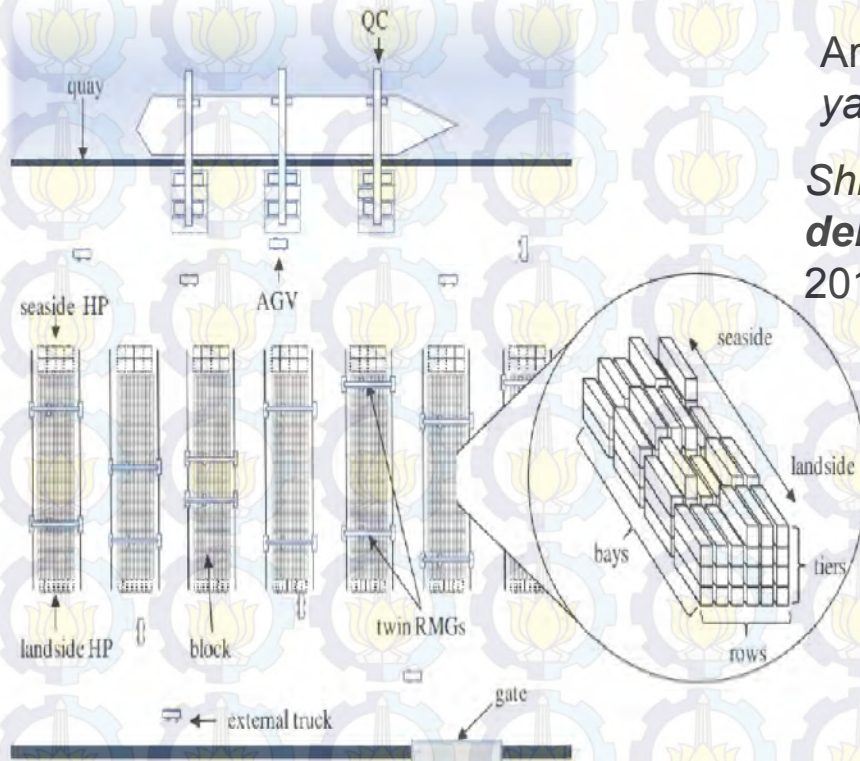
Asumsi dan Batasan

- Urutan pengambilan peti kemas ketika akan diberangkatkan dari CY diabaikan
- Waktu pengambilan dan peletakan peti kemas di CY untuk setiap *tier* adalah sama

Asumsi Batasan

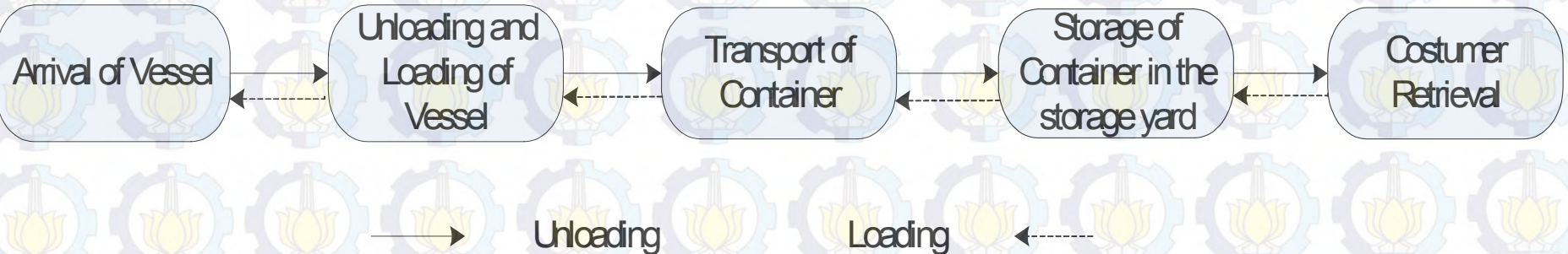
- Simulasi berfokus pada 1 Blok CY
- Jenis peti kemas yang digunakan adalah *dry, reefer, tank/hazardous*
- ASC tidak dapat saling melintasi sama lain
- Simulasi dilakukan untuk aktivitas selama satu bulan

Terminal Peti Kemas



Area *quayside*, *landside*,
yard (Caserta et.al., 2011)

Shipt to shore, transfer, **storage**,
delivery/receive (Sauri & Martin,
2011)



Peti Kemas

Jenis



Sumber:

<http://jualcontainer.yolasite.com/resources/20-20.jpg>



Sumber:

<http://www.worldshipping.org/images/ReeferContainer01.jpg>



<http://www.logismarket.co.uk>

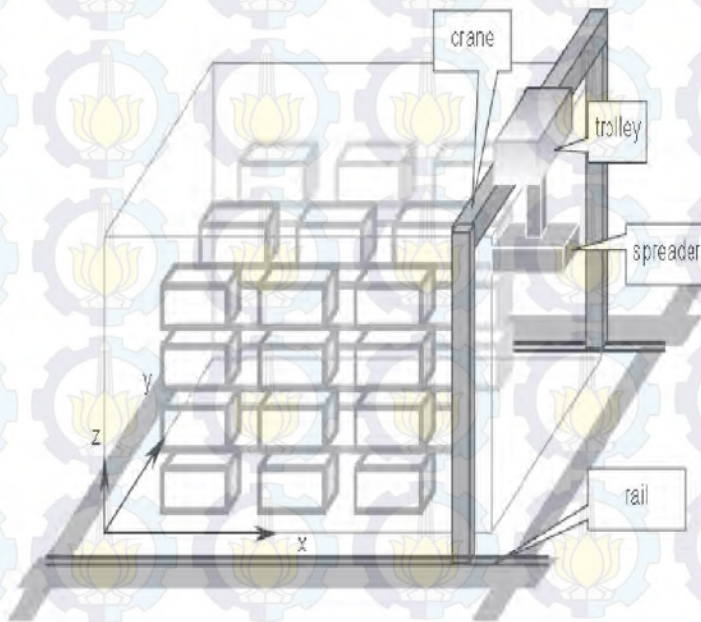
Ukuran

20-ft dan 40-ft

Berat

- Heavy
- Medium
- Light

ASC



Yard Crane

Rubber-Tired Gantry Crane

Rail-Mounted Gantry Crane

ASC

Sumber: Lee & Hsu (2007)

State	Action	Condition for Status Change	Next State
Idle	Wait for new job	A new job is assigned	Empty move
Empty Move	Move to the pick up location	RMG arrives at the pick up location	Pick up
Pick Up	Pick up the container	The container is picked up.	Loaded move
Loaded Move	Move to drop-off location	RMG arrives at the drop-off location	Drop off
Drop Off	Drop off the container	The container is dropped off.	Idle

Sumber: Park et.al, 2010

Strategi Penjadwalan Peti Kemas

ASC Scheduling Strategy

- Segmentation
- Locking
- Waiting Deadlock
- Retrieval Deadlock
- No co-operation between ASC's

Simulasi

Simulasi adalah suatu metode yang menirukan perilaku dari sistem nyata (*real system*) dengan menggunakan bantuan komputer (Kelton, et al., 2006).

Kegunaan

- ✓ Mengevaluasi dan memperbaiki sistem riil

Keuntungan

- ✓ Variability, complexity, interconnectedness
- ✓ Membutuhkan waktu dan biaya yang relatif lebih rendah

Kerugian

- ✓ Biaya semakin besar ketika sistem yang ditirukan semakin kompleks dan besar

1

- Analisis sistem
- Pengumpulan informasi

2

- Pengumpulan data

3

- Pembangunan model

4

- Verifikasi dan validasi

5

- Implementasi model simulasi

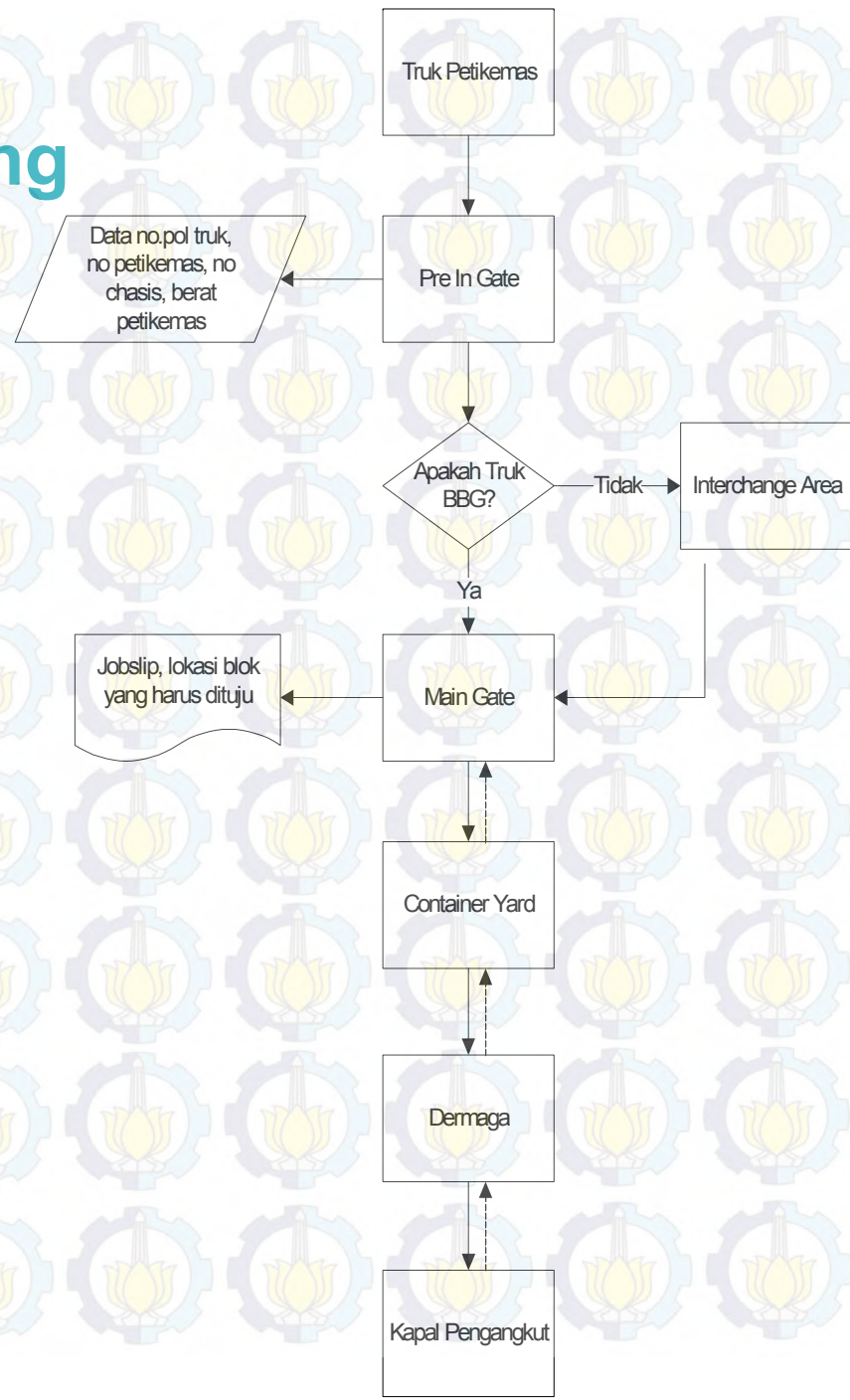
6

- Analisis output simulasi

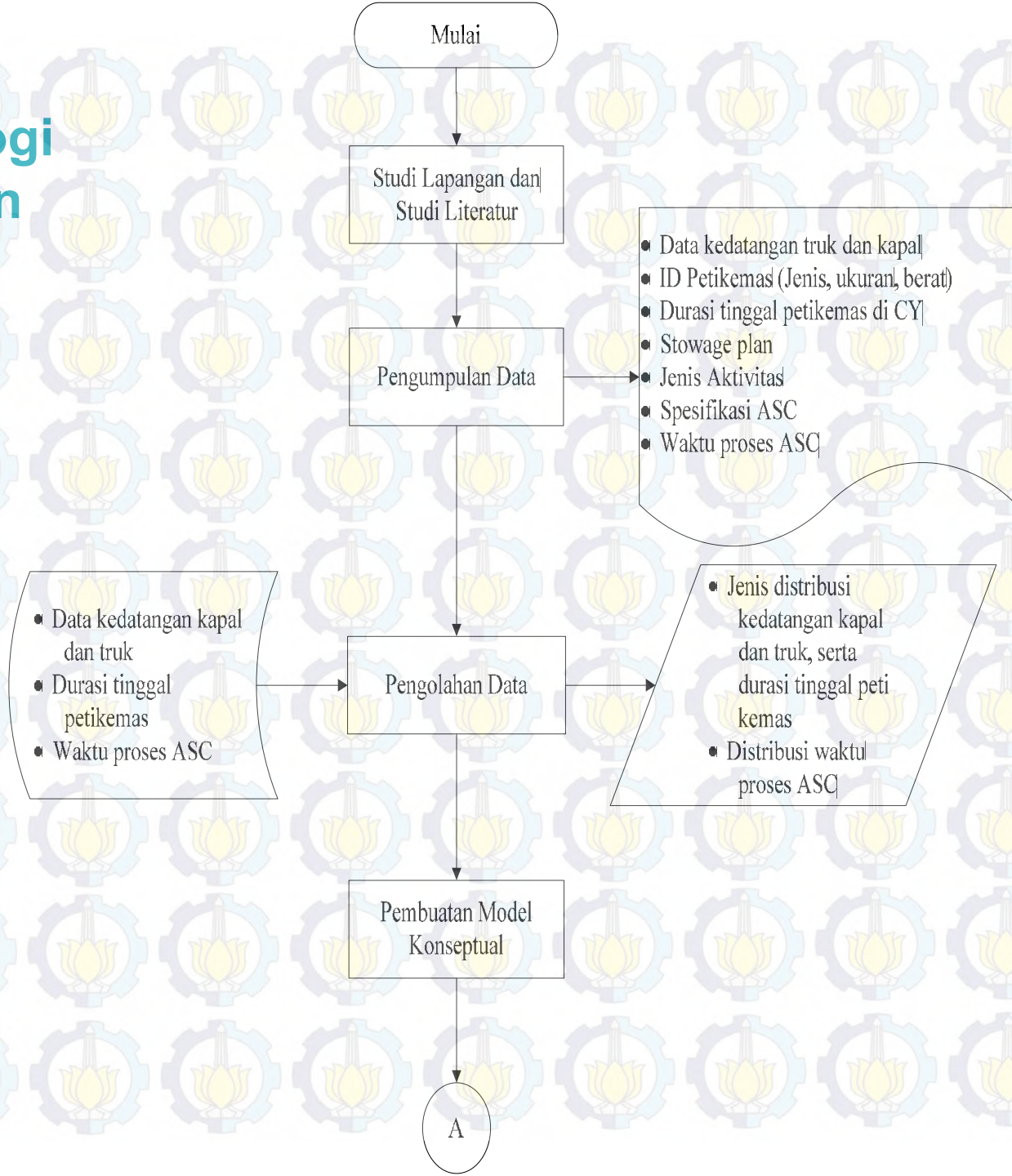
Terminal Teluk Lamong

“Terminal peti kemas semiotomatis (*Automatic Container Terminal*) dengan mengusung tema **green port** yang bertujuan untuk mengatasi kepadatan aktivitas di Pelabuhan Tanjung Perak.”

Kapasitas maksimum Terminal Teluk Lamong pada tahun 2030 mencapai **4,6 juta TEUs**

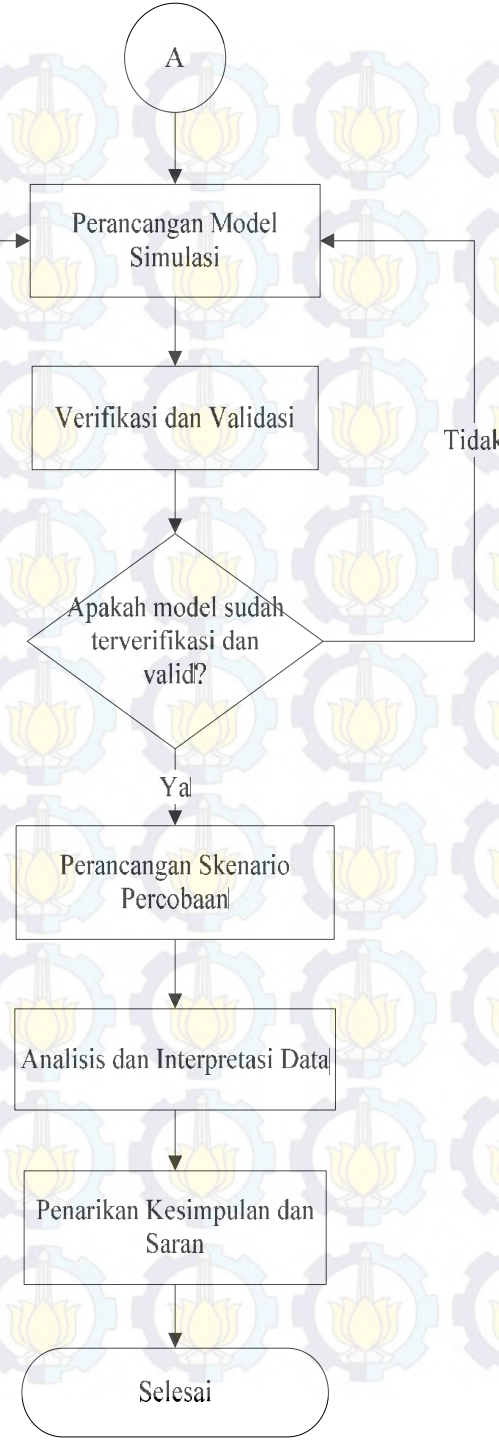


Metodologi Penelitian



Metodologi Penelitian

- Distribusi kedatangan kapal dan truk
- ID petikemas
- Distribusi durasi tinggal petikemas di CY]
- Stowage Plan
- Spesifikasi ASC
- Jenis Aktivitas
- Distribusi waktu proses ASC



Metodologi Penelitian

Tahapan Awal Penelitian

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pembuatan Model Konseptual

Perancangan Skenario Eksperimen

Verifikasi dan Validasi

Pembuatan Model Simulasi

Analisis dan Interpretasi Hasil



Metodologi Penelitian – Tahapan Awal Penelitian

- ✓ Studi Literatur
- ✓ Studi Lapangan

Pengumpulan dan Pengolahan Data

1. Petikemas
 - ✓ Waktu Kedatangan dan Waktu Keberangkatan
 - Fitting distribusi pola kedatangan dan keberangkatan.
 - ✓ Jenis, Berat, Ukuran, ID
2. ASC
 - ✓ Waktu *Pick-up* dan *drop off*
 - Fitting Distribusi Waktu *Pick-up* dan *Drop off*
 - ✓ Waktu Travelling
 - Fitting Distribusi waktu Travelling

Metodologi Penelitian – **Pembuatan Model Konseptual**

- ✓ Logic Flow Diagram

Pembuatan Model Simulasi

- ✓ *Tools* ARENA 14.0 dari
ROCKWELL AUTOMATION ®

Verifikasi

- ✓ Cek error
- ✓ Cek kesesuaian logika dan alur proses sistem sesuai dengan yang model konseptual

Validasi

- ✓ Membandingkan output simulasi berupa durasi tinggal peti kemas dengan durasi tinggal peti kemas eksisting

Metodologi Penelitian – **Perancangan Skenario Eksperimen**

- ✓ Perubahan letak *buffer area*
- ✓ Evaluasi utilitas ASC dan total waktu proses

Analisis dan Interpretasi Hasil

- ✓ Perbandingan hasil simulasi eksisting dan skenario

Pengumpulan dan Pengolahan Data – Peti Kemas

No Petikemas	Ukuran	Jenis	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Slotx	Rowy	Tier	SlotBuffer	Row Buffer	Durasi Tinggal
FUKU2716857	20	DRY	87	4289	0	0	0	0	0	4202
MSPU1213369	20	DRY	90	5101	0	0	0	0	0	5011
DRYU2106524	20	DRY	92	4274	0	0	0	0	0	4182
DRYU2110479	20	DRY	96	4265	0	0	0	0	0	4169
MSPU1207936	20	DRY	100	4274	0	0	0	0	0	4174
MSPU1218118	20	DRY	103	5133	0	0	0	0	0	5030
MSPU1212249	20	DRY	107	5031	0	0	0	0	0	4924
DRYU2106571	20	DRY	110	4115	0	0	0	0	0	4005
MSPU1802625	20	DRY	116	4264	0	0	0	0	0	4148
MSPU2208520	20	DRY	118	4289	0	0	0	0	0	4171
FUKU1966609	20	DRY	122	2665	0	0	0	0	0	2543
TCKU1300739	20	DRY	124	4988	0	0	0	0	0	4864
MSPU1803597	20	DRY	131	4234	0	0	0	0	0	4103
	20	DRY	132	4970	0	0	0	0	0	4838
DLCU2142523	20	DRY	133	2559	0	0	0	0	0	2426
BARU2058502	20	DRY	137	2039	0	0	0	0	0	1902
DLCU2125017	20	DRY	141	5088	0	0	0	0	0	4947

Pengumpulan dan Pengolahan Data – Peti Kemas

Jenis	Ukuran	Jumlah	SubTotal	Proporsi Jenis	Proporsi per Ukuran	Total
DRY	20 ft	2162	2198	89.898%	98.362%	1
	40 ft	36			1.638%	
REEFER	20 ft	85	142	5.808%	59.859%	1
	40 ft	57			40.141%	
TANK	20 ft	105	105	4.294%	100.000%	1
	40 ft	0			0.000%	
Total		2445	2445	1		

Proporsi Peti Kemas
Receiving-Loading

Proporsi Peti Kemas
Discharging-Delivering

Jenis	Ukuran	Jumlah	SubTotal	Proporsi Jenis	Proporsi per Ukuran	Total
DRY	20 ft	2716	2784	90.921%	97.557%	1
	40 ft	68			2.443%	
REEFER	20 ft	77	199	6.499%	38.693%	1
	40 ft	122			61.307%	
TANK	20 ft	79	79	2.580%	100.000%	1
	40 ft	0			0.000%	
Total		3062	3062	1		

Pengumpulan dan Pengolahan Data – ASC



Data Teknis

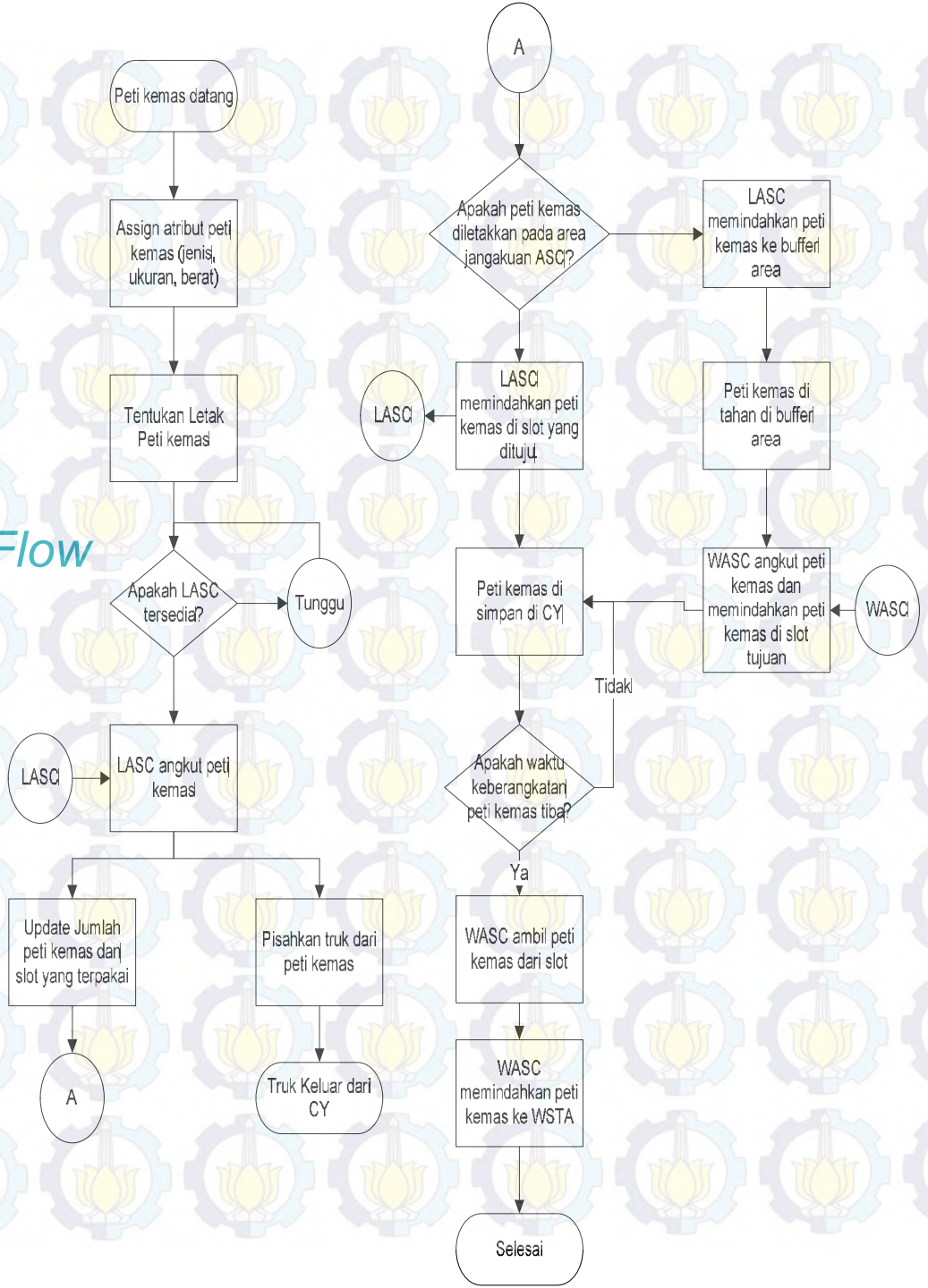
Kecepatan trolley	270 m/menit
Kecepatan angkat-full	45 m/menit
Kecepatan angkat-empty	90 m/menit

Pengumpulan dan Pengolahan Data – *Fitting*

Distribusi Waktu

Jenis Aktivitas		Distribusi Waktu	Satuan
Waktu Kedatangan	Rec-Load	-1 + EXPO (18.3)	Menit
	Disc-Del	-0.001 + EXPO (13,8)	Menit
Waktu Keberangkatan	Rec-Load	-1e+003 + LOGN(4.48e+003, 3.35e+003)	Menit
	Disc-Del	10 + GAMM(1.84e+003, 1.12)	Menit
Waktu Proses <i>Pick-up/Drop-off</i> di LSTA		NORM(6.92, 1.9)	Menit
Waktu Proses Pick-up atau Drop-off		Konstan (1.4667)	Menit
Waktu Pergerakan ASC		TRIA (1, 1.6, 33)	Menit

Pengumpulan dan Pengolahan Data – Logic Flow Diagram



Model Simulasi

Model utama:

1. Aktivitas *Receiving-Loading*
2. Aktivitas *Discharging-Delivering*

30 Hari

24 Jam

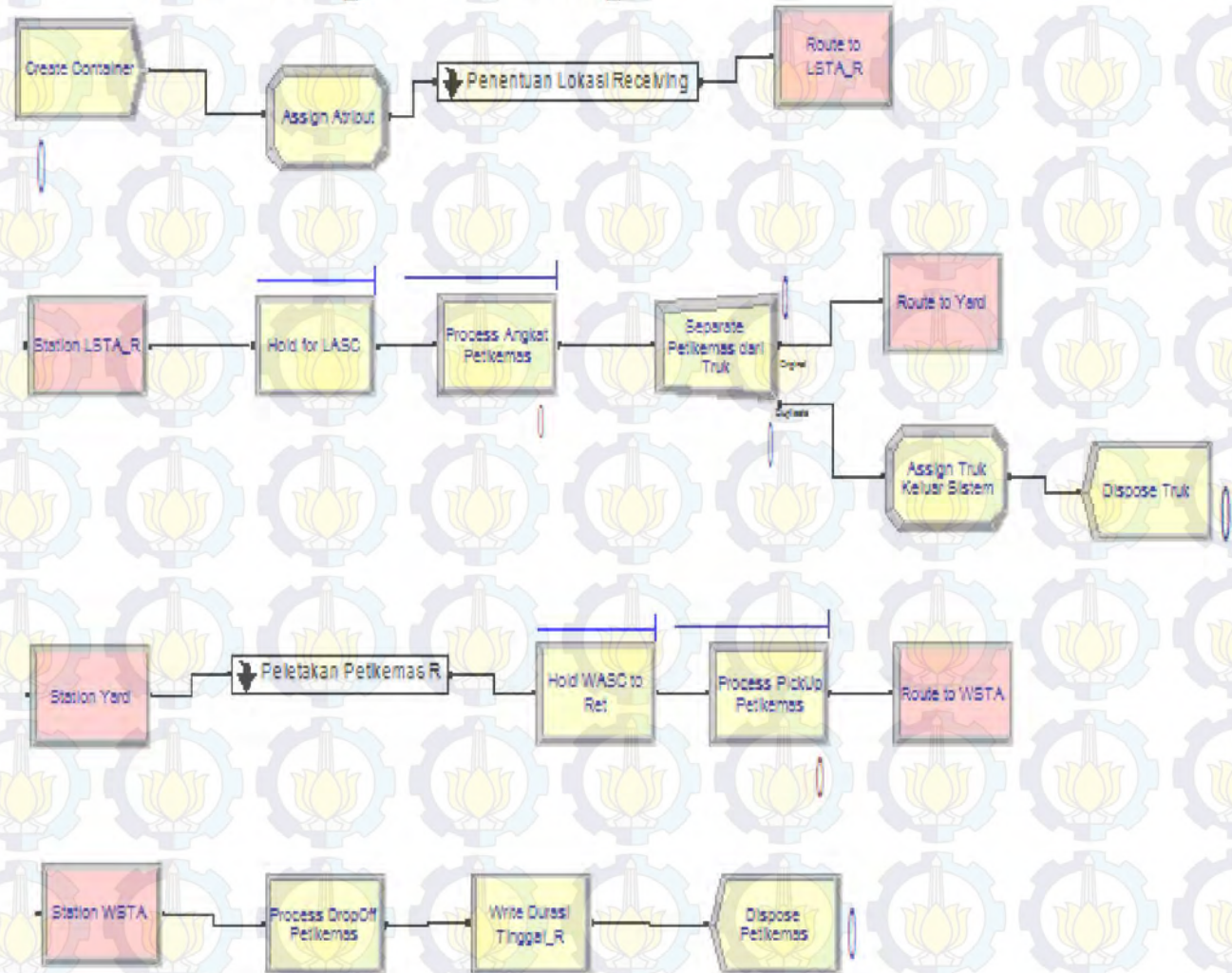
Submodel:

1. Penentuan Letak Peti Kemas
2. Peletakan Peti Kemas
3. Proses di Buffer Area

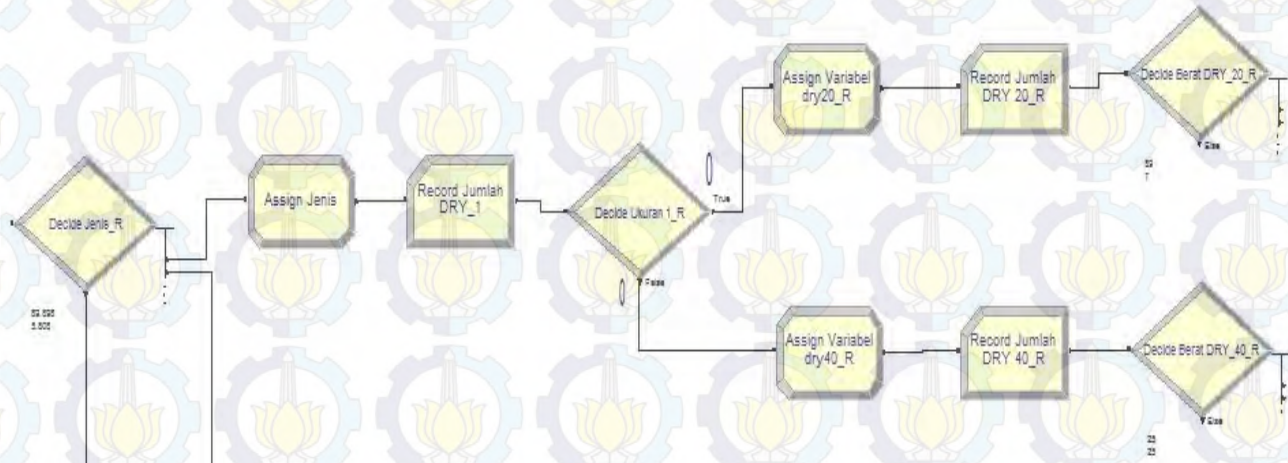
15 Replikasi

Receiving - Loading

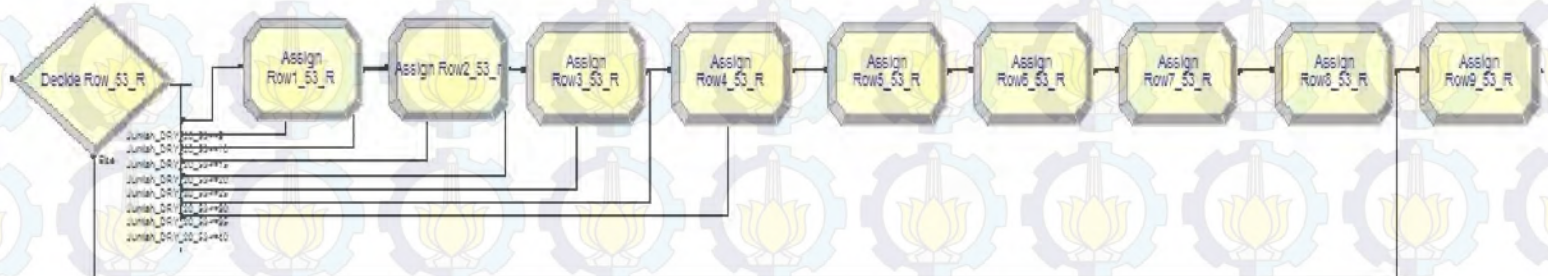
Model Simulasi



Model Simulasi

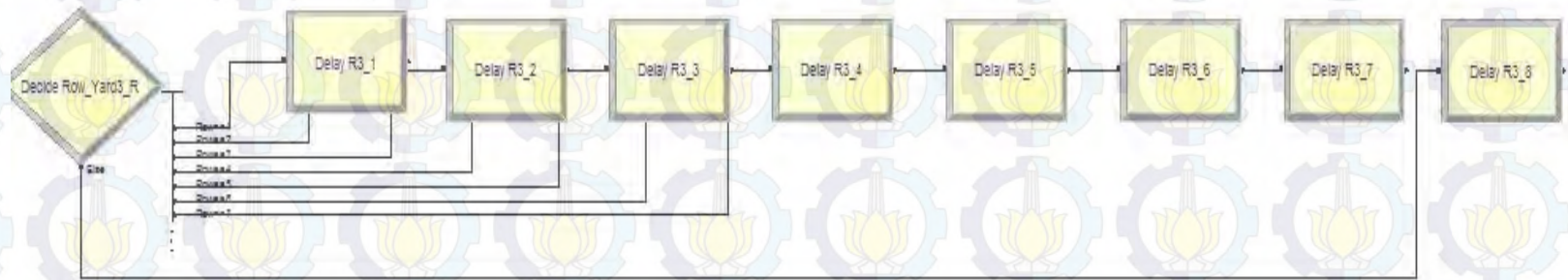


Pembagian Peti Kemas

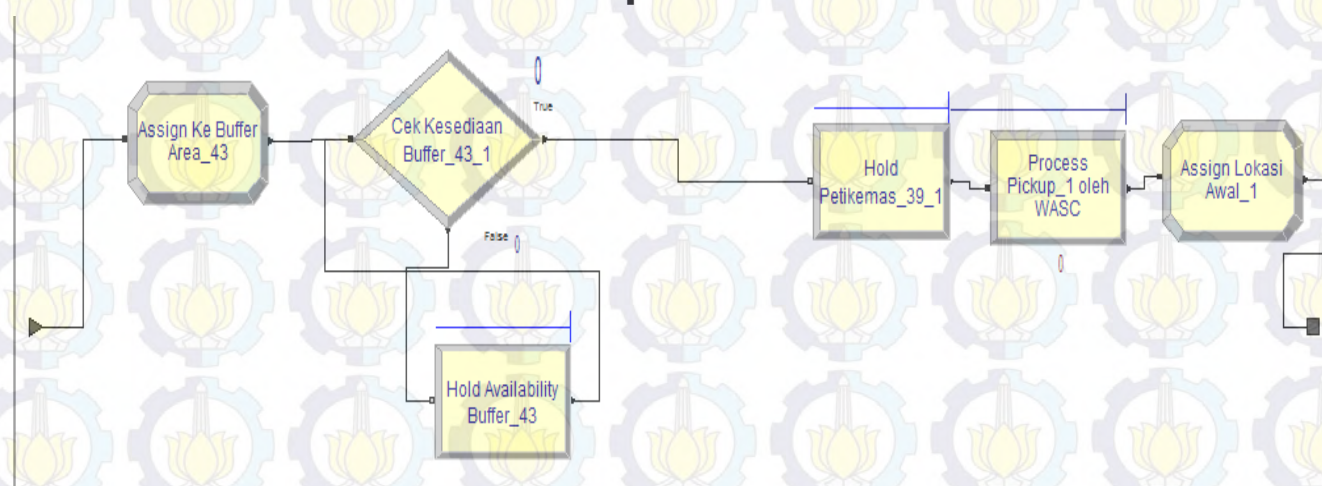


Penentuan Slot, Row, Tier

Model Simulasi



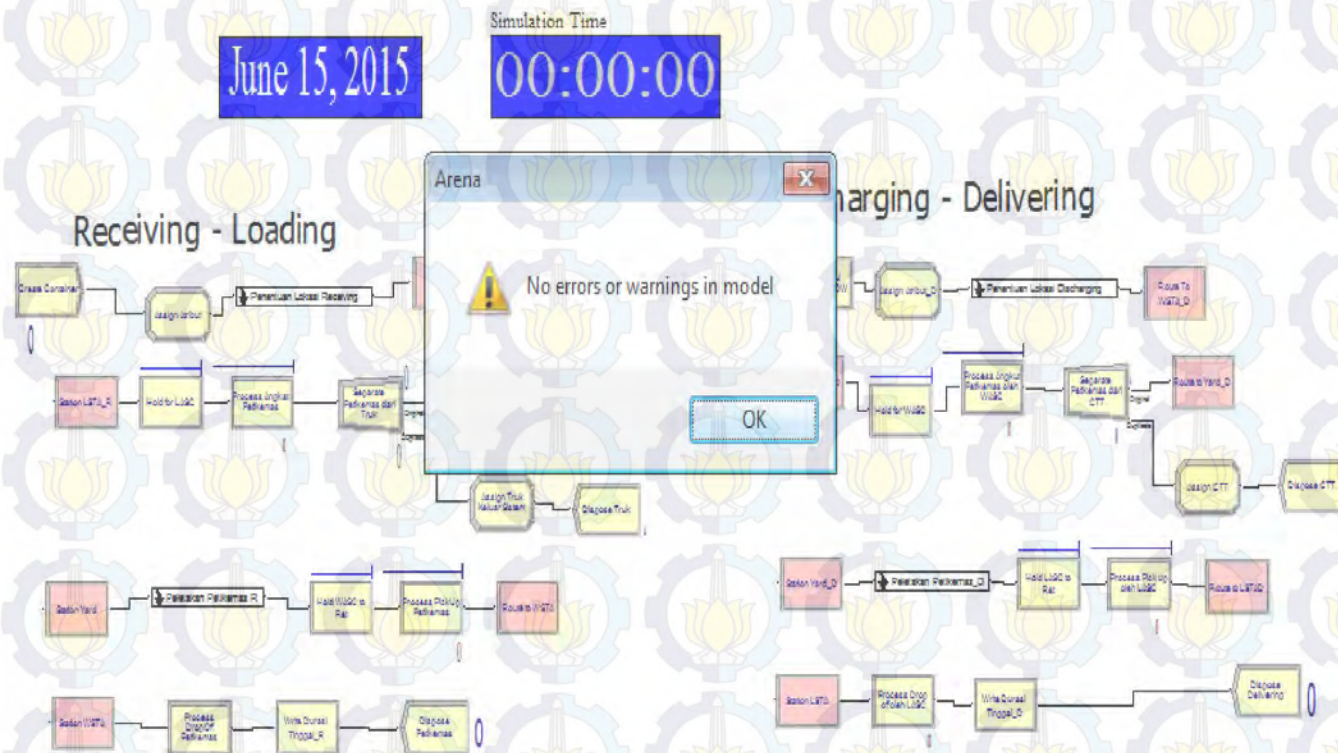
Penumpukan Peti Kemas



Peletakan Peti Kemas di Buffer Area

Verifikasi

Cek Error



Verifikasi

Cek Input Data

	Name	Route Time	Units	Destination Type	Station Name
1 ▶	Route to LSTA_R	EXPO(1.5)	Minutes	Station	LSTA
2	Route to Yard	TRIA(1 , 1.6 , 3)	Minutes	Station	YARD
3	Route to WSTA	TRIA(1 , 1.5 , 3)	Minutes	Station	WSTA
4	Route To WSTA_D	EXPO(1.5)	Minutes	Station	WSTAD
5	Route to Yard_D	TRIA(1 , 1.6 , 3)	Minutes	Station	YARDD
6	Route to LSTAD	TRIA(1 , 1.6 , 3)	Minutes	Station	LSTAD

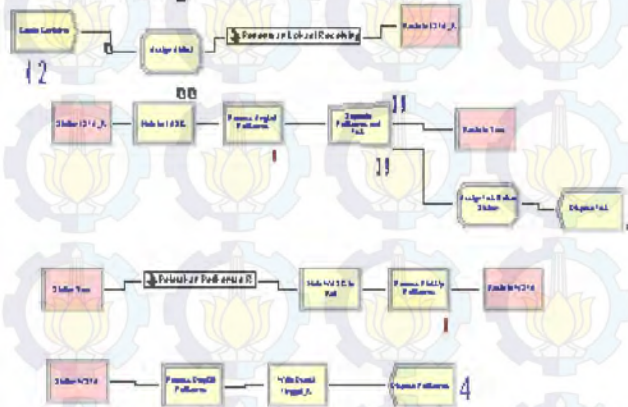
June 15, 2015

Simulation Time

14:37:49

Cek Logika Running Model Simulasi

Receiving - Loading



Validasi

- Pengujian

Significance Difference

- T-test dengan

Unequal Variances

- Confidence Level **95%**

- **15 Replikasi**, 30 hari

	<i>Durasi Tinggal Rec Sim</i>	<i>Durasi Tinggal Rec Eks</i>	<i>Durasi Tinggal Disc Eks</i>	<i>Durasi Tinggal Disc Sim</i>
Mean	3260.573374	3281.79701	2048.564806	2052.889882
Variance	8984961.942	6613993.415	4465921.651	3452074.015
Observations	11275	2542	3063	2050
Hypothesized Mean Difference	0		0	
df	4246		4750	
t Stat	-0.364047772		-0.077160204	
P(T<=t) one-tail	0.357920231		0.469249675	
t Critical one-tail	1.645212578		1.645174484	
P(T<=t) two-tail	0.715840463		0.938499349	
t Critical two-tail	1.960522795		1.960463481	

Perhitungan Replikasi

- Error yang dikehendaki **5%**

$$\beta = hw = \frac{t_{\alpha/2, df} \times s}{\sqrt{n}}$$

$$\beta = hw = \frac{2,5095 \times 111,2113668}{\sqrt{15}} = 72,0614$$

$$\% \beta = \frac{\beta}{\bar{x}} = \frac{72,0614}{3270,982272} = 2,205\%$$

$$n' = \left(\frac{t_{\alpha/2, df} \times s}{\beta} \right)^2 = \left(\frac{2,5095 \times 111,2113668}{72,0614} \right)^2 = 15$$

Replikasi ke-	Rata-rata Durasi Tinggal Petikemas
1	3098.471451
2	3366.802419
3	3216.41807
4	3306.73755
5	3458.65058
6	3171.312202
7	3336.393645
8	3065.486086
9	3307.204388
10	3375.194912
11	3209.268593
12	3353.602459
13	3271.522475
14	3176.130376
15	3351.538881
mean	3270.982272
sd	111.2113668

Percobaan Numerik-Elemen Simulasi

Entitas

- Peti Kemas
- Truk
- CTT

Resource

- WASC
- LASC

Aktivitas

- Pengangkutan peti kemas
- Pemindahan Peti kemas
- Pemisahan peti kemas dari truk/CTT

Kontrol

- Waktu operasional selama 24 jam

Variabel Keputusan

- Letak Buffer Area

Variabel Respon

- Waktu Proses & waktu tunggu, utilitas ASC
- Durasi Tinggal

State Variable

- Jumlah peti kemas saat waktu ke $-t$

Percobaan Numerik-Pengembangan Skenario Eksperimen

Terdapat **6 Kondisi**
Percobaan Numerik:

Jenis Percobaan		Distribusi Waktu	Jumlah Rata-rata Kedatangan
Kondisi Eksisting	Rec-Load	-1 + EXPO (18.3)	2482,8
	Disc-Del	-0.001 + EXPO (13,8)	3136,9
Kondisi 1	Rec-Load	EXPO (18.3)	3482,2
	Disc-Del	EXPO (13,8)	3159,1
Kondisi 2	Rec-Load	-1 + EXPO (28.3)	1574,8
	Disc-Del	-0.001 + EXPO (13,8)	3126,3
Kondisi 3	Rec-Load	-1 + EXPO (18.3)	2508,9
	Disc-Del	-0.001 + EXPO (27,6)	1583,6
Kondisi 4	Rec-Load	-1 + EXPO (9.3)	3852,7
	Disc-Del	-0.001 + EXPO (13,8)	3135,5
Kondisi 5	Rec-Load	-1 + EXPO (18.3)	2484,5
	Disc-Del	-0.001 + EXPO (6,4)	6775

Percobaan Numerik-Pengembangan Skenario Eksperimen

Skenario dibangun dengan mengubah **letak buffer area**

Skenario	Letak Buffer	Slot
Skenario 1-Kondisi Eksisting	Di Tengah Blok	39-41
Skenario 2	Lebih Dekat ke WSTA	57-59
Skenario 3	Lebih Dekat ke LSTA	17-19

Analisis Hasil Percobaan Numerik

Rekapitulasi Utilitas ASC

Kondisi		Awal	1	2	3	4	5
Skenario 1	LASC	0.6839729	0.9990643	0.4941451	0.7379012	0.999693	0.7977439
	WASC	0.5423822	0.6645079	0.4629766	0.3940256	0.6632229	0.8931299
Skenario 2	LASC	0.6925563	0.6608481	0.4932104	0.7170553	0.9997303	0.7874698
	WASC	0.5340845	0.5179729	0.4480631	0.3824365	0.6580353	0.8781562
Skenario 3	LASC	0.9923266	0.9889345	0.9766279	0.9258743	0.9995789	0.9956103
	WASC	0.5990774	0.5974704	0.5203916	0.4959152	0.6054104	0.9401645

Analisis Hasil Percobaan Numerik

Rekapitulasi Total Waktu Proses

Skenario	Kondisi					
	Awal	1	2	3	4	5
1	37657.62706	51658.67762	29077.07	33884.76	48744.06	50209.36
2	37,381.64	35,939.71	26656.97	34788.68	51361.49	49194.71
3	51,542.34	51,991.04	51375.53	48556.63	47002.43	59874.46

Rekapitulasi Total Waktu Tunggu

Skenario	Kondisi					
	Awal	1	2	3	4	5
1	5360.092568	10542.28243	3419.659	10688.32	11399.74	17539.21
2	5310.796968	4831.007452	4312.105	8852.371	10659.83	16087.67
3	30612.78553	31176.51122	30557.53	22148.18	16581.08	49144.58

Analisis Hasil Percobaan Numerik-Utilitas ASC

Skenario 1-Kondisi Eksisting

Faktor yang memengaruhi perbedaan utilitas setiap kondisi adalah banyaknya peti kemas yang harus dipindahkan oleh LASC baik dari kedatangan yang relatif hampir sama dengan yang keluar dari LSTA maupun peti kemas yang harus ditangani dari dan ke *buffer*. Letak *buffer* di tengah CY menyebabkan lokasi peti kemas banyak diletakkan tidak hanya di daerah jangkauan LASC tetapi juga di luar jangkauan ASC sehingga harus pula dipindahkan ke area *buffer* menyebabkan utilitas LASC semakin tinggi.

Skenario 2

Luas area jangkauan LASC yang menjadi lebih besar menyebabkan LASC tidak memerlukan bantuan WASC untuk memindahkan peti kemas ke lokasi yang dituju. Sebaliknya luas area jangkauan WASC menjadi lebih sempit sehingga membutuhkan bantuan LASC untuk memindahkan peti kemas yang harus melewati *buffer area*. Hal ini menyebabkan utilitas kedua LASC menjadi lebih besar.

Skenario 3

Letak *buffer area* yang lebih dekat ke LSTA menyebabkan jangkauan area LASC menjadi lebih sempit sedangkan jumlah yang datang dari LSTA hampir selalu lebih besar dari WSTA kecuali pada kondisi awal (eksisting), kondisi 2, dan kondisi 5. Hal ini menyebabkan LASC harus memindahkan peti kemas ke *buffer area* lebih sering daripada kondisi lainnya. Sebaliknya jumlah peti kemas yang relatif lebih sedikit datang dari area WSTA.

Analisis Hasil Percobaan Numerik-Waktu Proses dan Waktu Tunggu

Skenario 1

Jumlah peti kemas yang harus di tangani serta kemampuan operator LASC dalam mengoperasikan peralatan menyebabkan waktu proses maupun waktu tunggu peti kemas menjadi lebih besar.

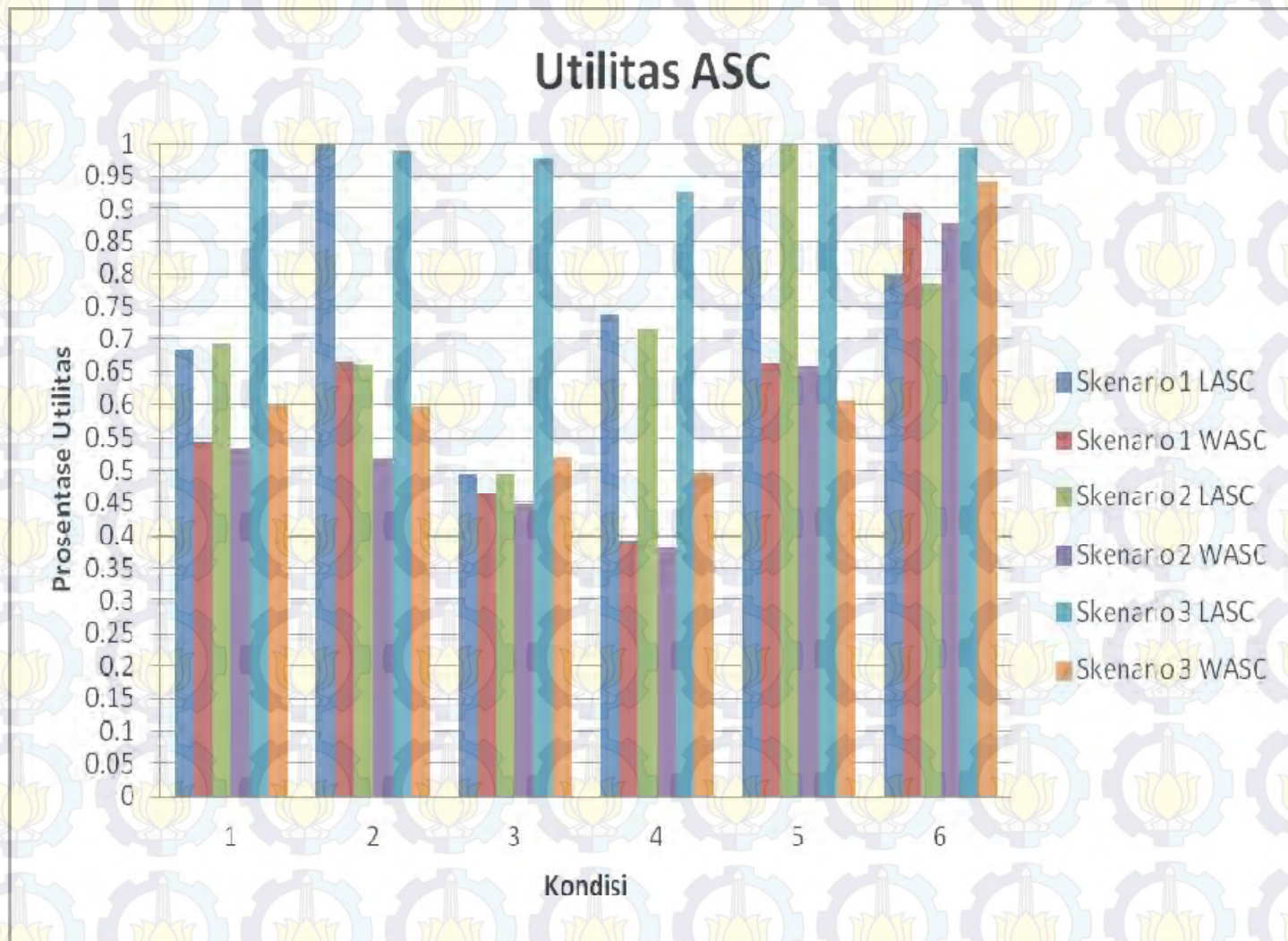
Skenario 2

Banyaknya peti kemas yang datang dari kedua sisi, letak buffer area yang lebih dekat ke WSTA menyebabkan banyak peti kemas yang harus melewati buffer area sehingga waktu proses maupun waktu tunggu menjadi lebih besar.

Skenario 3

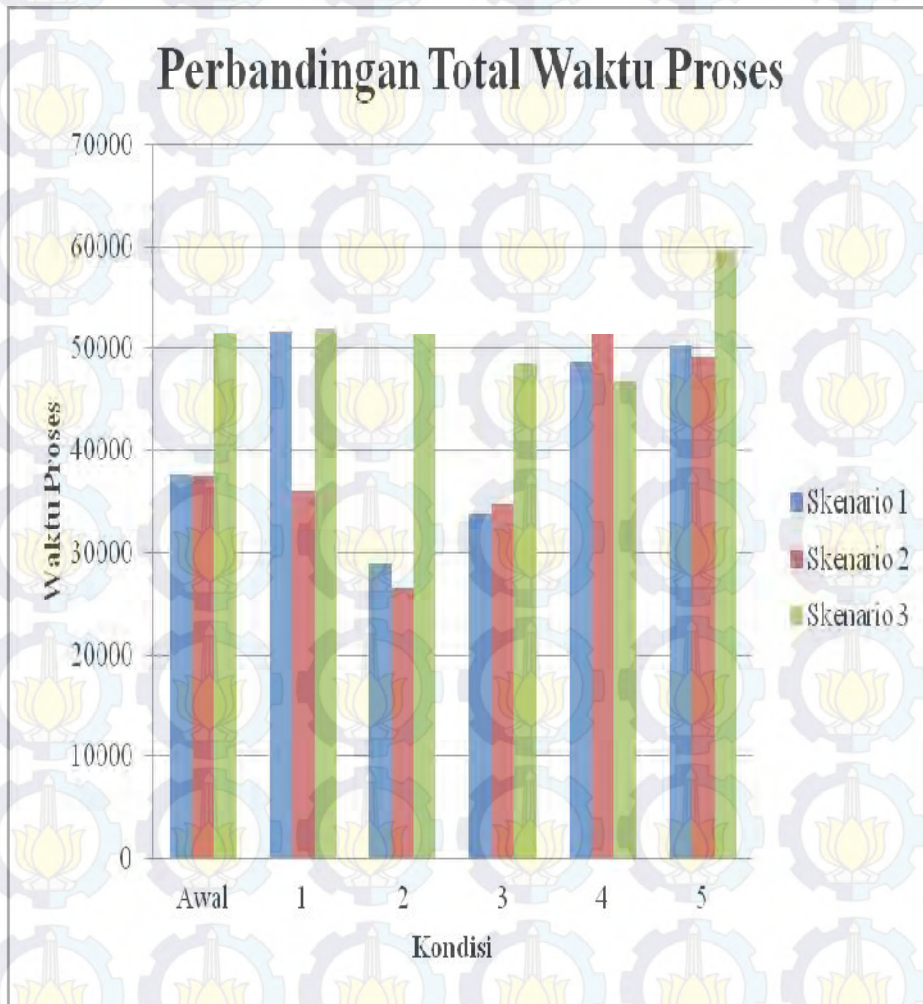
Banyaknya peti kemas yang datang dari sisi, WSTA letak buffer area yang lebih dekat ke LSTA menyebabkan banyak peti kemas yang harus dikeluarkan melalui LSTA sehingga waktu proses maupun waktu tunggu menjadi lebih besar.

Analisis Hasil Percobaan Numerik-Perbandingan Utilitas

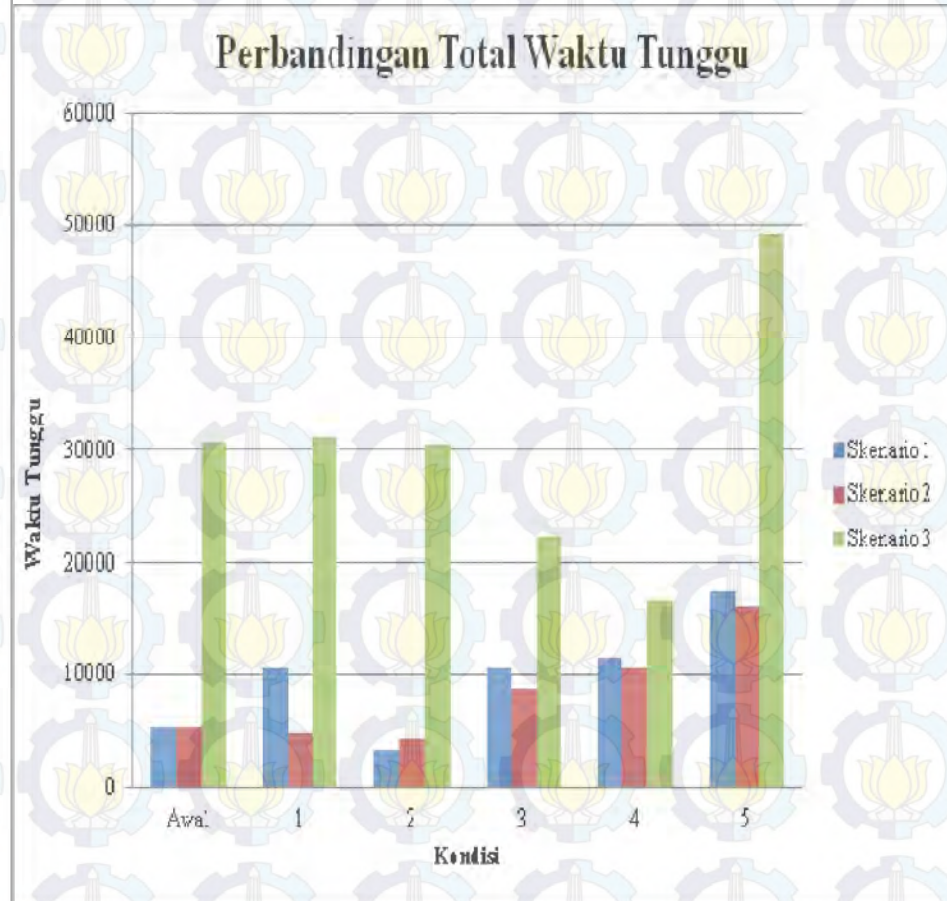


Analisis Hasil Percobaan Numerik-Perbandingan Total Waktu Proses & Waktu Tunggu

Perbandingan Total Waktu Proses



Perbandingan Total Waktu Tunggu



Kesimpulan

- Strategi penjadwalan ASC yang dilakukan oleh Terinal Teluk Lamong saat ini sudah cukup baik dengan utilitas masing-masing untuk LASC dan WASC adalah sebesar 0,68 dan 0,54, dan waktu proses yang relatif sedikit yaitu 37.657,626 menit untuk keseluruhan peti kemas yaitu total rata-rata peti kemas sebesar 5.719,7 TEUs dalam satu bulan, serta waktu tunggu yang relatif kecil yaitu sebesar 5.360,092 menit.
- Setiap skenario menunjukkan performansi yang berbeda-beda untuk setiap kondisi dilihat dari parameter utilitas ASC, total waktu proses, dan waktu tunggu peti kemas. Penerapan strategi penjadwalan ASC yang dinamis dapat mempertahankan performansi yang tinggi.

Saran

- Terminal Teluk Lamong sebaiknya tidak menetapkan strategi penjadwalan yang tetap sebab perubahan arus peti kemas yang masuk akan menyebabkan perubahan utilitas ASC secara signifikan
- Terdapat kekurangan dalam penelitian ini yang masih dapat dikembangkan untuk penelitian yang lebih lanjut yakni penjadwalan ASC secara *real time* dan pengembangan strategi dengan tidak menggunakan *buffer area*.

Daftar Pustaka

- Altioik, T. & Melamed, B., 2007. Introduction to Simulation Modeling. Dalam: *Simulation Modeling and Analysis with ARENA*. s.l.:Academic Press, pp. 1-10.
- Caserta, M., Schwarze, S. & Voss, S., 2011. Container Rehandling at Maritime Container Terminal. *Handbook of Terminal Planning*, Issue 49, pp. 247-269.
- Choe, R. et al., 2009. Generating A Rehandling-free Intra Block Remarshalling Plan for an Automated Container Yard. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Volume 22, pp. 201-217.
- Choe, R., Park, T., Ok, S. M. & Ryu, K. R., 2007. Real-Time Scheduling for Non-crossing Stacking Cranes in An Automted Container Terminal. *Springer-Verlag*, Volume LNAI 4830, pp. 625-631.
- Daellenbach, H. G. & McNickle, D. C., 2005. *Management Science "Decision Making Through Systems Tihinking"*. 1st penyunt. New York: Palgrave MacMillan.
- Gharehgozli, A. H., Roy, D. & de Koster, R., 2014. *Sea Container Terminals: New Technologies, OR Models, and Emerging Research Area*, Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management.
- Kelton, D. W., Sadowski, R. & Sturrock, D. T., 2006. *Simulation with ARENA*. s.l.:McGraw Hill Higher Education.
- Kumala, R., 2012. *Model Algoritma Penataan Petikemas di Container Yard untuk Mensinkronkan Stowage Plan dan Kedatangan Petikemas (Studi Kasus: PT Terminal Petikemas Surabaya)*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lee, L. H., Chew, E. K., Tan, K. C. & Han, Y., 2007. An Optimization Model for Storage Yard Management in Transshipment Hubs. *Container Terminal and Cargo System: Design, Operation Management, and Logistic Control Issues*, pp. 107-130.

Daftar Pustaka

- Lee, L. H., Chew, E. P., Tan, K. C. & Han, Y., 2007. An Optimization Model for Storage Yard Management in Transshipment Hubs. *Container Terminals and Cardo Systems: Design, Operation Management, and Logistic Control Issues*, Issue 42, pp. 107-130.
- Lee, Y. & Hsu, N.-Y., 2007. An Optimization Model for The Container Pre-marshalling Problem. *Computers & Operation Research*, Issue 34, pp. 3295-3313.
- Man, H. K., 2013. *Discrete Event Simulation of A Container Stack with A Twin-Automatic Stacking Cranes Setup*, s.l.: Erasmus University Rotterdam.
- Park, T., Choe, R., Ok, S. & Ryu, K. R., 2010. Real-time Scheduling for Twin RMGs in An Automated Container Yard. *OR Spectrum*, III(32), pp. 593-616.
- Robinson, S., 2004. *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. Chicester: John Wiley & Sons Ltd.
- Sauri, S. & Martin, E., 2011. Space Allocating Strategies for Improving Import Yard Performance of Marine Terminal. *Recerca I Innovacio A L'Escola De Camins*.
- Stahlbock, R. & Voss, S., 2008. Vehicle Routing Problem and Container Terminal Operation an Update of Research. *The Vehicle Routing Problem: Latest Advance and New Challenges*, III(43), pp. 551-589.
- Steenken, D., Voss, S. & Stahlbock, R., 2005. Container Terminal Operation and Operation Research - A Classification dan Literature Review. *Container Terminals and Automated Transport Systems*, pp. 3-50.



Terima kasih!